

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-174242  
(P2002-174242A)

(43) 公開日 平成14年6月21日 (2002.6.21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
F 1 6 C 33/10		F 1 6 C 33/10	Z 3 J 0 1 1
17/10		17/10	A
F 1 6 N 31/00		F 1 6 N 31/00	B

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-375057 (P2000-375057)

(22) 出願日 平成12年12月8日 (2000.12.8)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 上村 和宏

神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(72) 発明者 田中 克彦

神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(74) 代理人 100066980

弁理士 森 哲也 (外2名)

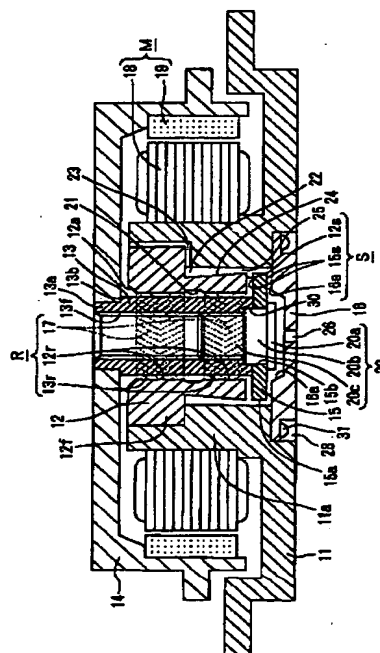
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体軸受装置への潤滑剤充填方法

(57) 【要約】

【課題】 流体軸受装置内部に気泡が残留しにくく、しかも作業性、量産性に優れた流体軸受装置への潤滑剤充填方法を提供する。

【解決手段】 まず、大気下において、流体軸受すきま及びその近傍の空間の一部に潤滑剤を注入する。そして、潤滑剤が注入された流体軸受装置を真空下に保持して、真空下において前記流体軸受すきま全体に表面張力の作用によって前記潤滑剤を充填させる。



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸と、該軸に流体軸受すきまを介して対向する相手部材と、を備えた流体軸受装置へ潤滑剤を充填する方法において、前記流体軸受すきま及びその近傍の空間の一部に潤滑剤を大気下で注入し、注入直後から前記潤滑剤が前記流体軸受すきま全体に充填されるまでの期間のうち少なくとも一部の期間は、前記流体軸受装置を真空下に保持することを特徴とする流体軸受装置への潤滑剤充填方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報機器、音響・映像機器、事務機等に使用される流体軸受装置、特に、磁気ディスク装置（以降はHDDと記す）、光ディスク装置等に最適な流体軸受装置への潤滑剤の充填方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】上記のような用途に使用される流体軸受装置としては、例えば、図1に示すようなHDD用スピンドルモータがある。ベース11に立設した円筒部11aの内側に、円筒体状のスリーブ12が内挿されていて、これらは一体的に固着されている。このスリーブ12には軸13が回転自在に挿通されていて、この軸13の上端には、逆カップ状のハブ14が一体的に取り付けられており、軸13の下端には、円板状のスラストプレート15が止めねじ20により固着されている。

【0003】このスラストプレート15の両平面は、スラスト流体軸受Sのスラスト受面15s、15sとされている。そして、上側のスラスト受面15sには相手部材であるスリーブ12の下端面がスラスト流体軸受Sの流体軸受すきまを介して対向し、このスリーブ12の下端面がスラスト流体軸受Sのスラスト軸受面12sとされている。

【0004】また、スラストプレート15の下方には、相手部材であるカウンタープレート16が配置され、ベース11に固定されている。このカウンタープレート16の上面が、スラストプレート15の下側のスラスト受面15sにスラスト流体軸受Sの流体軸受すきまを介して対向して、スラスト流体軸受Sのスラスト軸受面16sとされている。

【0005】そして、上記スラスト受面15s、15sとスラスト軸受面12s、16sとの少なくとも一方に、ヘリングボーン状又はスパイラル状の動圧発生用溝（図示せず）を備えて、スラスト流体軸受Sが構成されている。一方、軸13の外周面には、上下に間隔をおいて一對のラジアル受面13r、13rが形成されている。また、スリーブ12の内周面には、ラジアル受面13r、13rにラジアル流体軸受Rの流体軸受すきまを介して対向してラジアル軸受面12r、12rが形成されている。そして、ラジアル受面13r、13rとラジ

アル軸受面12r、12rとの少なくとも一方に、ヘリングボーン状又はスパイラル状の動圧発生用溝17、17を備えて、ラジアル流体軸受R、Rが構成されている。

【0006】さらに、スピンドルモータのトルクを小さくするために、上下2つのラジアル流体軸受R、Rに挟まれたスリーブ12の内周面（軸13の外周面でもよいし、あるいはスリーブ12の内周面と軸13の外周面との双方でもよい）には、ラジアル流体軸受Rの軸受すきまに向かってすきまが狭くなるテーパ状の周溝からなる逃げ溝21を設けている。

【0007】そして、円筒部11aの外周面にはステータ18が固定され、ハブ14の内周面下側に固定されているロータ磁石19とギャップを介して周面对向して駆動モータMを形成しており、この駆動モータMにより軸13とハブ14とが一体的に回転駆動されるようになっている。軸13が回転すると、スラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの各動圧発生用溝のポンピング作用により、各流体軸受S、Rの流体軸受すきまに充填された微量の潤滑剤に動圧が発生して、軸13はスリーブ12の内周面及びカウンタープレート16の上面と非接触となり支承される。

【0008】このようなスピンドルモータへの潤滑剤の充填方法は、以下の通りであった。すなわち、スピンドルモータを組み立てた後、カウンタープレート16の中央に設けられた貫通穴26からスピンドルモータの内部に、大気下で適量の潤滑剤を注入する。そうすると、スラスト流体軸受Sの流体軸受すきまの一部の空間に位置する潤滑剤や、スラスト流体軸受Sの流体軸受すきまの近傍に位置する潤滑剤が、表面張力の作用により、該流体軸受すきま内に引き込まれて徐々に広がってゆき、各流体軸受S、Rの流体軸受すきま全体が潤滑剤で満たされる、というものである。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】近年、HDDは記録密度の向上が求められていて、情報を記録するためのトラックの幅が狭くなっているため、回転精度の高い流体軸受の採用が検討されている。さらに、ノート型パソコンのような携帯機器に搭載されるHDDにおいては、薄型化が求められているとともに、低消費電力で可搬性能に優れた流体軸受装置が求められている。

【0010】そこで、上記のようなスピンドルモータにおいては、運搬等により装置が揺動されても軸受部が接触して損傷しないように（可搬性能を高めるために）、モーメント負荷に対する耐力（以降はモーメント耐力と記す）を高くしたり、また、消費電力を抑えるために、ラジアル流体軸受Rの流体軸受すきまよりもすきまの大きい逃げ溝21を、2つのラジアル流体軸受R、Rの間に設けて、軸受スパンを大きくするとともに、逃げ溝21における潤滑剤の流体摩擦を小さくするようにしてい

る。

【0011】しかしながら、このような逃げ溝21を有していると、上記のような方法でスピンドルモータに潤滑剤を充填する際に、以下のような問題が生じるおそれがあった。すなわち、潤滑剤の充填が大気下で行われるので、潤滑剤が各流体軸受すきまに充填される際に、逃げ溝21内に気泡が巻き込まれやすい。逃げ溝21内に気泡が残留すると、流体軸受の回転が不安定となり（回転中の回転非同期成分の振れであるNRR0が大きくなる）、例えば、スピンドルモータの回転中に、残留した気泡がラジアル流体軸受の流体軸受すきま内を回転数の約半分（平均流速）で旋回すると、わずかながら径方向の振れ回りが生じることとなる。

【0012】このような問題点を解決するためには、上記のような潤滑剤の充填を大気下ではなく真空中で行うことが効果的である。つまり、潤滑剤の充填と同時に脱気を行うのである。しかしながら、潤滑剤の充填を真空中で行うためには複雑な設備が必要であり、スピンドルモータのコストアップの要因となる。また、作業性が悪いので量産性が損なわれるという問題点も有している。

【0013】そこで本発明は、上記のような従来技術が有する問題点を解決し、流体軸受装置内部に気泡が残留しにくく、しかも作業性、量産性に優れた流体軸受装置への潤滑剤充填方法を提供することを課題とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は次のような構成からなる。すなわち、本発明の流体軸受装置への潤滑剤充填方法は、軸と、該軸に流体軸受すきまを介して対向する相手部材と、を備えた流体軸受装置へ潤滑剤を充填する方法において、前記流体軸受すきま及びその近傍の空間の一部に潤滑剤を大気下で注入し、注入直後から前記潤滑剤が前記流体軸受すきま全体に充填されるまでの期間のうち少なくとも一部の期間は、前記流体軸受装置を真空中に保持することを特徴とする。

【0015】このような構成であれば、流体軸受装置への潤滑剤の注入を大気下で行っても、前記流体軸受すきまを始めとして流体軸受装置の内部に気泡が残留しにくい。したがって、該方法により潤滑剤を充填した流体軸受装置は、回転中に不安定振動が生じるおそれが小さい。また、本発明に係る流体軸受装置への潤滑剤充填方法は、流体軸受装置への潤滑剤の注入を真空中ではなく大気下で行うので、潤滑剤の注入に複雑な設備を必要とせず低コストである。また、作業性、量産性も優れている。

【0016】前記流体軸受装置を保持する圧力は、大気圧より低い圧力であればよいが、流体軸受装置の内部に気泡が残留することをより確実に防止するためには、0.03MPa以下がより好ましく、0.02MPa以下がさらに好ましい。また、流体軸受装置を真空中に保

持する期間は、前記潤滑剤の注入直後から前記潤滑剤が前記流体軸受すきま全体に充填されるまでの期間のうち少なくとも一部の期間であればよいが、流体軸受装置の内部に気泡が残留することをより確実に防止するためには、前記潤滑剤の注入直後から前記潤滑剤が前記流体軸受すきま全体に充填されるまでの期間全体であることがより好ましい。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明に係る流体軸受装置への潤滑剤充填方法の実施の形態を、図面を参照しつつ詳細に説明する。図1は、HDD用スピンドルモータの縦断面図である。まず、スピンドルモータの構造を説明する。なお、以下の説明における上、下等の方向を示す用語は、特に断りがない限り、説明の便宜上、図1におけるそれぞれの方向を意味するものである。

【0018】このスピンドルモータは、ハブ14が固着された軸13と、ベース11の円筒部11aに取り付けられたスリーブ12とから構成されている。軸13はスリーブ12に回転自在に挿通されていて、軸13とスリーブ12の間にはラジアル流体軸受Rが介装されている。また、軸13の一端にはスラストプレート15が備えられていて、スラストプレート15の両平面と、これに対向するスリーブ12及びカウンタプレート16との間に、スラスト流体軸受Sが設けられている。なお、スリーブ12及びカウンタプレート16が本発明の構成要件たる相手部材に相当する。

【0019】ベース11の円筒部11aの外周面にはステータ18が固定されていて、ハブ14の内周面に固定されたロータ磁石19とギャップを介して周面对向して駆動モータMを形成している。そして、駆動モータMによりハブ14と軸13とを一体的に回転駆動させると、スラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rにより、軸13がスリーブ12及びカウンタプレート16に対して回転自在に支承されるようになっている。

【0020】次に、上記のようなスピンドルモータの構造を、さらに詳細に説明する。ベース11の中央部に立設されている円筒部11aの内側に、フランジ付円筒体状のスリーブ12が内挿されていて、前記フランジ12fにより一体的に固着されている。このことによりスリーブ12の外周面と円筒部11aの内周面との間に、環状すきまである潤滑剤溜まり22が形成されている。この潤滑剤溜まり22の構造については、後にさらに詳述する。

【0021】スリーブ12には中空状の軸13が回転自在に挿通されていて、軸13の内周面には雌ねじ13fが形成されている。なお、軸13は中実軸でもよい。また、軸13の材質は、硬さが高く耐食性に優れた材料であれば特に限定されるものではないが、例えばマルテンサイト系のステンレス鋼やオーステナイト系ステンレス鋼に、熱処理を施して表面を硬化させたものあるいは

メッキやダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜による表面処理を行って表面を硬化させたものがあげられる。

【0022】この軸13の上端部13aは他部より小径となっていて、この小径な上端部13aを浅い逆カップ状のハブ14の中央部に設けられた穴に圧入することにより、軸13とハブ14とが一体に固着されている。そして、小径な上端部13aと大径な他部との境目に形成される前記大径な他部の上端面13bにハブ14の下面が当接されるから、軸13とハブ14とは十分な耐衝撃性を確保するに足る強度で固着される。

【0023】また、スリーブ12の下端より突出した軸13の下端には、円板状のスラストプレート15が固定されている。このスラストプレート15は、軸13の内周面に設けられた雌ねじ13fに螺合した止めねじ20により固着されていて、軸13とスラストプレート15とは十分な耐衝撃性を確保するに足る強度(抜け荷重)で固着されている。

【0024】このとき、中空状の軸13はその内径より大径な凹状部である接合部30を下端面に有し、また、止めねじ20は頭部20aと雄ねじを有する先端部20cとの間に円柱状の円柱部20bを有していて、これら接合部30及び円柱部20bは、スラストプレート15の中央部に設けられた止めねじ20を挿入するための穴15bとほぼ同径となっている。

【0025】円柱部20bが穴15bと凹状の接合部30とに嵌合されることによりスラストプレート15が軸13に取り付けられているので、接合部30の内周面が止めねじ20の円柱部20bを介してスラストプレート15を軸13に対して同軸に案内する案内面として作用して、スラストプレート15は軸13に50 $\mu$ m以下の同軸度で取り付けられる。

【0026】また、軸13の下端面にスラストプレート15の上面が当接された形態で、スラストプレート15が軸13に取り付けられているので、スラストプレート15の厚さが薄くてもスラストプレート15の端面の振れが小さい。なお、スラストプレート15を軸13に取り付ける方法としては、ねじ止めの他、圧入、接着、溶接等の慣用の固着方法が採用可能である。あるいは、軸とスラストプレートとが一体的に形成された部材を用い

【0027】ただし、スラストプレート15をねじ止めにより取り付けると十分な締結強度が確保され、圧入により取り付けの場合とは異なり、スラストプレート15にヤング率の低い銅合金等の材料を使用できる。なお、止めねじ20の頭部20aの形状としては、図示の平頭形に限定されることはなく、丸小ねじのような丸頭形や皿小ねじのような皿頭形など適宜変更してもよい。

【0028】そして、スラストプレート15の下側の平面は、ベース11の中央部に取り付けられたカウンタープレ

ート16の上面と対向している。また、スラストプレート15の上側の平面は、スリーブ12の下端面と対向している。なお、カウンタープレート16は、ベース11と一体に形成されていてもよい。カウンタープレート16の上面の中央部(軸13の真下の位置)には、止めねじ20の頭部20aを収納する凹部16aが設けられている。そうすれば、止めねじ20をスラストプレート15に没入した形態で取り付けの必要がなく、スラストプレート15の加工が容易となる。

【0029】なお、スラストプレート15を固定する止めねじ20を頭部20aが没入した形態で取り付けたり、スラストプレート15を軸13に圧入して固着するなどした場合は、凹部16aは設ける必要はない。スラストプレート15の上下の両平面はスラスト受面15s、15sとされる。そして、上側のスラスト受面15sにスラスト流体軸受Sの流体軸受すきまを介して対向するスリーブ12の下端面と、下側のスラスト受面15sにスラスト流体軸受Sの流体軸受すきまを介して対向するカウンタープレート16の上面とが、それぞれスラスト軸受面12s及び16sとされて、相対するスラスト軸受面15s、15s及びスラスト軸受面12s、16sのうち少なくとも一方に、例えばヘリングボーン状の動圧発生用溝(図示せず)を備えてスラスト流体軸受Sを構成している。

【0030】特に、スラスト受面15s又はスラスト軸受面16sに設けるヘリングボーン状の動圧発生用溝を、溝頂部から外周側の溝長さが溝頂部から内周側の溝長さよりも短い径方向外向きのわずかな非対称溝パターンとすることが好ましい。そうすれば、回転駆動により発生するポンピング作用が、溝頂部から外周側の方が内周側よりも小さくなるので、潤滑剤が中心部から外周側に向かって送り出されるようになる。

【0031】なお、この動圧発生用溝をスラストプレート15の両平面(スラスト受面15s、15s)に設ける加工方法は特に限定されるものではなく、塑性加工、切削加工、エッチング加工等があげられる。塑性加工であるコイニング加工は、プレス等を用いて金型をスラストプレート15に押圧することにより前記動圧発生用溝を刻印する方法であるので、エッチング加工と比較すると量産性に優れていて低コストである。

【0032】特に、スラストプレート15に硬さの低い銅合金を用いた場合は、コイニング加工による塑性加工が容易であるので、量産性に優れるという利点がある。なお、スリーブ12やカウンタープレート16は、強度が必要なため硬さが高い方が好ましい。ここで、カウンタープレート16のベース11への固着方法について説明する。カウンタープレート16は、ベース11の中央部に設けた穴にすきまばめ又は軽圧入されていて、カウンタープレート16の外周部がベース11の円筒部11aの下部に、複数の止めねじ31によってねじ止めされ

ている。

【0033】このカウンタープレート16は外周部に段差を有して、外周部は他部より厚さが薄くなっている。すなわち、図1から分かるように、カウンタープレート16は、上面側の外径寸法が大きく下面側の外径寸法が小さい2段構造の板状部材であって、カウンタープレート16の縦断面形状は略凸字状となっている。カウンタープレート16が上記のような構造を有していることから、カウンタープレート16をベース11に取り付けた際には、ベース11の中央部に設けた前記穴の内周面とカウンタープレート16の下面側の外径寸法が小さい部分の外周面とから環状溝28が形成される。止めねじ31はこの環状溝28の部分に取り付けられていて、止めねじ31の頭部は環状溝28内に収納されている。なお、このような環状溝28は、カウンタープレート16の全周にわたって設けてもよいが、一部分に設けてもよい。

【0034】このように、ベース11とカウンタープレート16とをねじ止め31により固着したので、加締めによる固着のようにベース11及びカウンタープレート16に荷重が加えられることがなく、ベース11及びカウンタープレート16に変形が生じることがない。したがって、カウンタープレート16の上面に形成されるスラスト軸受面16sが変形して、スラスト軸受面16sの平面度が低下するという問題が生じることがない。

【0035】また、カウンタープレート16の上面の一部が、ベース11の中央部に設けた前記穴の底面と当接していることから、カウンタープレート16は該穴において水平且つ安定した姿勢で配置される。なお、止めねじ31の代わりにピンを使用してもよい。また、止めねじ31を使用する代わりに環状溝28に接着剤を充填することにより、ベース11とカウンタープレート16とを固着してもよい。あるいは、止めねじ31でベース11とカウンタープレート16とを固着した上、環状溝28に接着剤を充填して固着を強化してもよい。止めねじ31と接着剤とを併用すれば、止めねじ31の周囲が接着剤により覆われるので、外部からの振動や衝撃等によって止めねじ31が緩むことが防止される。

【0036】また、環状溝28に接着剤を充填すると、ベース11とカウンタープレート16との接合部分のすきまに接着剤が浸透していき、ベース11とカウンタープレート16との固着が強化されるとともに、前記接合部分が封止される。前記接合部分のすきまが接着剤により密封されると、スピンドルモータの回転中に前記接合部分から、スピンドルモータの内部に充填された潤滑剤が流出するおそれが小さくなる。なお、接着剤を充填した後に70～100℃に加熱して接着剤を完全に硬化させることにより、固着強度の確保を図ることが好ましい。

【0037】接着剤の種類は特に限定されるものではない。

く、エポキシ系の接着剤、嫌気性の接着剤、紫外線硬化型の接着剤、あるいはこれらのうちの複数を併用したタイプの接着剤であってもよい。また、十分な固着強度を得ることができ、前記接合部分を封止してスピンドルモータの内部に充填された潤滑剤が流出することを防止できれば、接着剤の代わりに封止材を用いてもよい。

【0038】一方、軸13の外周面には、軸方向に間隔をおいて上下に一对のラジアル受面13r、13rが形成されるとともに、このラジアル受面13r、13rにラジアル流体軸受Rの流体軸受すきまを介して対向するラジアル軸受面12r、12rが、スリーブ12の内周面に形成されている。そして、ラジアル軸受面12r、12rに、略くの字状のヘリングボーン状の動圧発生用溝17、17を備えて、ラジアル流体軸受R、Rが構成されている。

【0039】ただし、動圧発生用溝17、17は、ラジアル受面13r、13rに設けてもよいし、ラジアル受面13r、13rとラジアル軸受面12r、12rとの双方に設けてもよい。なお、この動圧発生用溝17を設ける加工方法は特に限定されるものではなく、スラストプレート15の両平面に設けた動圧発生用溝の場合と同様の慣用の方法が採用される。

【0040】ラジアル軸受面12r、すなわちスリーブ12の内周面に動圧発生用溝17を加工すると、量産性に優れたボール転造等の塑性加工あるいはバイトによる切削加工により動圧発生用溝17を加工できるので、好ましい。ボール転造は、軸の外周にはめ合わせた中空状の外筒に複数個の鋼球を保持させた転造治具を、スリーブに押し込むことによって加工する方法である。

【0041】すなわち、スリーブ12を旋盤上で切削加工した後、旋盤の主軸をゆっくり正逆回転させながら転造治具をスリーブ12に押し込んで相対移動させることにより内周面にヘリングボーン状（略くの字状）の溝加工を行い、その後に溝周辺の盛り上がり部分を除去する仕上げ切削やボール通しなどの仕上げ加工を必要に応じて行う。もちろん旋盤上でなく、転造装置を用いて転造治具を左右に正逆回転させながら固定されたスリーブ12に押し込み、ヘリングボーン状の溝を転造加工してもよい。

【0042】2つの動圧発生用溝17、17のうち外気側に位置する方は、溝長さが外気側より内側の方が僅かに短い内向き非対称溝パターン（非対称ヘリングボーン状の動圧発生用溝）となっていて、このことは以下の理由により好ましい。すなわち、軸13の回転に伴って外気側から内側へ向かって潤滑剤を押し込む圧力が働くので（ポンプイン）、ラジアル流体軸受Rの流体軸受すきま内の潤滑剤が、軸13の回転に伴う遠心力によって外部に飛散することが防止される。

【0043】このことをさらに詳細に説明する。動圧発生用溝17は、軸13の円周方向に沿って所定の間隔で

並べられた複数の略くの字状の溝で構成されている。2カ所に設けられた動圧発生用溝17、17のうち、外気側に位置する動圧発生用溝17（図1においては上側の動圧発生用溝17）を、そのパターンが軸方向に非対称な形状とする。そして、他方の動圧発生用溝17（図1においては下側の動圧発生用溝17）のパターンを、軸方向に対称な形状とする。

【0044】すなわち、外気側に位置する動圧発生用溝17においては、略くの字状の溝の軸方向の幅のうち屈曲部から外気側の端部までの幅を、屈曲部から内側の端部までの幅より大とする。なお、本実施形態においては、外気側とは、軸13において、スピンドルモータの外気に向いている側（図1においては上方）、すなわち、スラスト流体軸受Sが設けられている側とは反対側を意味するものである。また、内側とは、外気側とは反対側、すなわち、スラスト流体軸受Sが設けられている側を意味するものである。

【0045】また、回転中にスラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの流体軸受すきま内の潤滑剤へ気泡が巻き込まれることを少なくするためには、スラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rに設ける動圧発生用溝は、溝角度（回転方向に対してなす角度）を30°以下、好ましくは25°以下とし、溝の本数を10本以上、好ましくは12本以上とすることが望ましい。

【0046】特に、ラジアル流体軸受Rに設けるヘリングボーン状の動圧発生用溝17の軸受幅（動圧発生用溝17の軸方向の幅）が軸径よりも小さい場合には、溝角度を25°以下とし、溝の本数を12本以上、好ましくは16本以上とすることが望ましい。潤滑剤に気泡が巻き込まれると、回転中の不安定振動の原因となり回転精度が劣化しやすい。

【0047】また、上下2つのラジアル流体軸受R、Rに挟まれたスリーブ12の内周面（軸13の外周面でもよいし、あるいはスリーブ12の内周面と軸13の外周面との双方でもよい）には、ラジアル流体軸受Rの軸受すきまに向かってすきまが狭くなるテーパ状の周溝からなる逃げ溝21を設けている。このことにより、スピンドルモータを薄型化した場合でも、ラジアル流体軸受R、Rの作用点間距離である軸受スパンを大きく取ることができるので、該スピンドルモータはモーメント耐力に優れる。また、逃げ溝21は、ラジアル流体軸受Rの軸受すきまよりもすきまが大きいので、潤滑剤の流体摩擦が小さくなる。よって、該スピンドルモータは、軸受トルクが小さく低消費電力である。

【0048】なお、駆動モータMを構成するロータ磁石19及びステータ18の軸方向位置を若干ずらし、軸方向の吸引力が作用するようにして、スリーブ12の下端面側で負荷を主に分担するようにし、さらに、スラストプレート15の下面側のスラスト受面15sの有効面積を、上面側のスラスト受面15sの有効面積よりも小

く設計することにより（軸受有効径を小さく設計する）、反負荷側の軸受トルクを削減するようにしてもよい。そうすれば、スピンドルモータの消費電力を少なくすることができる。

【0049】次に、前述の潤滑剤溜まり22の構造について説明する。スリーブ12の外周面と円筒部11aの内周面との間には環状すきまが介在していて、該環状すきまが潤滑剤溜まり22を形成している。潤滑剤溜まり22の内面を形成するスリーブ12の外周面はテーパ面24とされており、これにより潤滑剤溜まり22は下方のスラスト流体軸受Sに向かってすきまが徐々に狭くなっている。

【0050】もっとも、テーパ面24は必ずしもスリーブ12の外周面に形成するとは限らず、円筒部11aの内周面に形成してもよく、あるいはスリーブ12の外周面と円筒部11aの内周面との双方に形成してもよい。また、潤滑剤溜まり22の下端には、スラストプレート15の外周面15aとそれに対向する部材である円筒部11aの内周面との間に形成される円環状のすきまに向かって開口している潤滑剤供給路25が設けられている。

【0051】そして、スラスト流体軸受Sの流体軸受すきまに近接して連通する潤滑剤供給路25の開口部は、スラスト流体軸受Sの流体軸受すきまとはほぼ等しいか、又は僅かに大きくなっていて、表面張力に基づく毛管現象により潤滑剤が潤滑剤供給路25からスラスト流体軸受Sの流体軸受すきまに導入されやすいようになっている。

【0052】本実施形態においては、環状すきまからなる潤滑剤溜まり22の下部の全体が潤滑剤供給路25を形成している（すなわち、潤滑剤供給路25が環状すきま状である）が、潤滑剤溜まり22の下部のうち一カ所にスリット状の潤滑剤供給路25を設けてもよいし（つまり、その他の部分は、スリーブ12の外周面と円筒部11aの内周面とが接触していて閉口している）、複数箇所にスリット状の潤滑剤供給路25を設けてもよい。

【0053】また、本実施形態においては、スリーブ12の外周面の全てをテーパ面24として、潤滑剤溜まり22のテーパ面24の一部を潤滑剤供給路25とし、スラストプレート15の外周面15aと円筒部11aの内周面との間に形成される円環状のすきまに、テーパ面24を直接連通させている。しかし、スリーブ12の外周面のうち上部をテーパ面24とし、下部は円筒部11aの内周面と平行な面として、この平行面により形成される環状のすきまが潤滑剤供給路25を構成するような構造としてもよい。

【0054】このような潤滑剤溜まり22の上部には、外気と連通する通気路23が開口している。通気路23は、潤滑剤溜まり22の上部から水平に伸び、途中で上方に屈曲してスリーブ12の上端面に開口している。す

なわち、通気路23は、円筒部11aのスリーブ12とのはめあい面に軸方向のスリットを形成するようにして設けられている。もちろん、潤滑剤溜まり22の最上部から垂直に伸び、スリーブ12の上端面に開口するように設けてもよい。

【0055】次に、スリーブ12の内周面上端（外気側）部分の構造について、詳細に説明する。図1から分かるように、スリーブ12の内周面上端（外気側）の角の部分は、面取りされている。このことにより、軸13の外周面とスリーブ12の内周面との間に形成されるすきまのうち最も上端（外気側）の部分は、上方（外気側）に向かって徐々にすきまが広がるテーパ形状となっている。このとき、該テーパ形状のなす角度、すなわち、この面取り部分の傾斜面12aと軸13の外周面とのなす角度を $\alpha$ とする。

【0056】そして、前記テーパ形状のなす角度 $\alpha$ は、スリーブ12の外周面（すなわちテーパ面24）と円筒部11aの内周面とのなす角度（以降は、テーパ面24の傾斜角と記す）より大となっている。このような構成であれば、表面張力はすきまの狭い方に強く作用するから、前記面取り部分のテーパ形状のすきまよりも潤滑剤溜まり22の方に潤滑剤が強く吸引されることとなり、前記面取り部分に位置する潤滑剤の液面を低くできて、前記面取り部分の下方に維持できる。

【0057】さらに、潤滑剤溜まり22の容積を、軸13の外周面とスリーブ12の内周面との間に形成されるすきまのうち最も上端の部分のテーパ形状となっている部分（すなわち、前記面取り部分の傾斜面12aと、軸13の外周面のうち傾斜面12aに対向する部分と、で囲まれる部分）の容積よりも大きくすれば、余分な潤滑剤は潤滑剤溜まり22に保持されることとなる。

【0058】したがって、潤滑剤の注入量に過不足があっても、潤滑剤が外部に飛散したり、長期間の使用において流体軸受すきま内の潤滑剤が枯渇したりするおそれ小さくなり、よって、スピンドルモータの長期信頼性が優れている。上記のような効果が十分に発現するためには、テーパ面24の傾斜角は $0^\circ$ 以上且つ $45^\circ$ 未満、前記テーパ形状のなす角度 $\alpha$ は $45^\circ$ 以上とすることが好ましい。特に、テーパ面24の傾斜角を $10^\circ$ 以下とすると、前記効果がより十分に発現される。また、潤滑剤溜まり22に余分な潤滑剤を表面張力により吸引保持するためには、実用上、前記テーパ形状のなす角度 $\alpha$ をテーパ面24の傾斜角よりも $15^\circ$ 以上大とすることが好ましい。

【0059】また、決められた装置高さのなかで2個のラジアル流体軸受R、R間の距離である軸受スパンを広くしようとすると、軸13の外周面とスリーブ12の内周面との間に形成されるすきまのうちのテーパ形状とされている部分の長さ、すなわち、前記面取り部分の傾斜面12aの軸方向の幅は、より小さくする必要があ

る。

【0060】一方、潤滑剤溜まり22に余剰の潤滑剤になるべく多く保持する必要があるので、テーパ形状のなす角度 $\alpha$ を $45^\circ$ 以上、傾斜面12aの軸方向の幅を1mm以下、好ましくは0.5mm以下とすることが望ましい。さらに、長期信頼性を高めるためには、潤滑剤溜まり22に保持できる潤滑剤の量を十分確保する必要がある。このことから、前記面取り部分のテーパ形状のすきまのうち最も広い部分のすきまの広さ（径方向の幅）は、潤滑剤溜まり22の最も広い部分のすきまの広さ（径方向の幅）より大となっていて、前記面取り部分に位置する潤滑剤の液面と、潤滑剤溜まり22に保持されている潤滑剤の液面とが、表面張力が釣り合う位置となっている。このことから、前記面取り部分に位置する潤滑剤の液面を前記面取り部分の下方に維持できて、回転に伴って前記面取り部分から外部に潤滑剤が飛散することが防止される。

【0061】また、前記面取り部分のテーパ形状のすきまのうち最も広い部分のすきまの広さ（径方向の幅）は、潤滑剤溜まり22の最も広い部分のすきまの広さ（径方向の幅）より大となっていて、前記面取り部分に位置する潤滑剤の液面と、潤滑剤溜まり22に保持されている潤滑剤の液面とが、表面張力が釣り合う位置となっている。このことから、前記面取り部分に位置する潤滑剤の液面を前記面取り部分の下方に維持できて、回転に伴って前記面取り部分から外部に潤滑剤が飛散することが防止される。

【0062】なお、本実施形態においては、傾斜面12aをスリーブ12の内周面に設けているが（すなわち、前記面取り部分をスリーブ12の内周面に設けている）、軸13の外周面に設けてもよく、あるいはスリーブ12の内周面と軸13の外周面との双方に設けてもよい。傾斜面12aを軸13の外周面に設ける場合には、スリーブ12の内周面に対向する部分のうち最も外気側の部分に設ける。

【0063】また、スリーブ12の前記面取り部分の傾斜面12aと、軸13の外周面のうち傾斜面と12a対向する部分とに、撥油剤（潤滑剤をはく性質を有するもの）を塗布する等の撥油処理を施すと、撥油処理を施した部分に潤滑剤がはじかれて、スピンドルモータの静止時及び回転時に潤滑剤が該部分（前記面取り部分等）を越えて外部に漏出することを、より効果的に防止することができる。

【0064】次に、当該スピンドルモータへの潤滑剤の充填方法について説明する。まず、スピンドルモータ全体を組み立てた後に、大気下において、カウンタプレート16の中心に設けた厚み方向の通し穴からなる貫通穴26から、ディスペンサ等を使用して潤滑剤を注入する。なお、スピンドルモータに潤滑剤を注入した後は、貫通穴26にボールや円筒部材等（図示せず）を圧入することにより、該貫通穴26を密封してもよい。そうすれば、異物等がスピンドルモータ内に侵入することが防止される。

【0065】そして、圧入したボールの外部衝撃による脱落やボール圧入部のすきまからの油もれを防止するために、ボールの圧入後にカウンタプレート16の下面にシート部材や粘着シール部材等を接着してもよい。ただし、この貫通穴26は、流体軸受の性能上は必ずしも



密封する必要はないので、潤滑剤注入口として使用した後は空気抜きのために使用してもよい。

【0066】また、スピンドルモータへの潤滑剤の注入は、スピンドルモータの組み立て途中に通気路23や中空状の軸13が有する穴(軸13を軸方向に貫通する穴)から行ってもよく、この場合は貫通穴26は設ける必要はない。ただし、中空状の軸13が有する穴から行う場合は、止めねじ20にも、該止めねじ20を軸方向に貫通する穴を設けておく必要がある。

【0067】次に、潤滑剤を注入したスピンドルモータを、真空槽内に移す等の手段により真空中に保持し、脱気を行う。注入された潤滑剤のうち、スラスト流体軸受Sの流体軸受すきまの一部の空間に位置する潤滑剤や、スラスト流体軸受Sの流体軸受すきまの近傍に位置する潤滑剤は、表面張力の作用によってすきまの狭い方に引き込まれて、スラスト流体軸受Sの流体軸受すきま内を満たし、続いて、ラジアル流体軸受Rの流体軸受すきまや逃げ溝21内に広がってゆく。

【0068】本実施形態においては、注入された潤滑剤が各流体軸受すきま全体に充填されるまでの期間は、スピンドルモータが真空中に保持されているので、潤滑剤が各流体軸受すきまに充填される際に、各流体軸受すきまや逃げ溝21内に気泡が巻き込まれて残留することがほとんどない。よって、このような方法により潤滑剤を充填したスピンドルモータは、回転中に不安定振動が生じにくい。

【0069】通常の場合は、潤滑剤が注入されてから各流体軸受すきま全体に充填されるまでに、数分から数十分の時間を要するので、この間にスピンドルモータを真空中に保持すれば、真空中で潤滑剤を注入した場合と同様の脱気効果が得られる。このとき、スピンドルモータを高温に保ちながら真空中に保持すると、潤滑剤の粘度が低下して、潤滑剤が各流体軸受すきま内を広がってゆく速度を高めることができるので、潤滑剤が注入されてから各流体軸受すきま全体に充填されるまでの期間を短縮することができる。

【0070】また、スピンドルモータへの潤滑剤の注入は、貫通穴26を通じて外部から行うので、潤滑剤の注入操作が大変容易である。さらに、潤滑剤の注入は大気下で行うので、真空中で潤滑剤の注入を行う場合のような複雑な設備を必要とせず低コストである。さらにまた、真空中における工程は、単にスピンドルモータを真空中に保持するだけでよいので、作業性、量産性も優れている。

【0071】スピンドルモータを保持する圧力は、大気圧より低い圧力であればよいが、気泡の残留をより確実に防止するためには、0.03MPa以下がより好ましく、0.02MPa以下がさらに好ましい。また、スピンドルモータを真空中に保持する期間は、潤滑剤の注入直後から潤滑剤が各流体軸受すきま全体に充填されるま

での期間のうち少なくとも一部の期間であればよいが、気泡の残留をより確実に防止するためには、本実施形態のように潤滑剤の注入直後から潤滑剤が各流体軸受すきま全体に充填されるまでの期間全体であることがより好ましい。

【0072】本実施形態においては、スピンドルモータ全体を組み立てた後に潤滑剤を注入したが、スピンドルモータのうち一部を組み立てた段階で潤滑剤を注入し、その後にスピンドルモータを最後まで組み立てて完成させる方法を採用してもよい。例えば、スピンドルモータのうち流体軸受部分(軸13、スリーブ12、カウンタプレート16、ベース11からなる部分)のみを組み立てた段階で潤滑剤を注入し、その後に軸13の上端にハブ14を取り付けてスピンドルモータを完成させてもよい。この場合には、潤滑剤を注入した後に真空中で保持し、その後にスピンドルモータを完成させてもよいし、スピンドルモータを最後まで組み立てて完成させた後に真空中で保持してもよい。

【0073】また、スピンドルモータの完成後や使用前に、所定の回転数で短時間(少なくとも1分間以上)回転させるエージングを行うと、動圧発生用溝の自己排出機能により、残留する気泡の除去がより確実となり好ましい。このように注入された潤滑剤は、表面張力の作用によりスラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの各流体軸受すきまを満たすとともに、余分な潤滑剤は潤滑剤供給路25を経て潤滑剤溜まり22に溜まって、表面張力に基づく毛管現象によりテーバ面24に保持される。したがって、潤滑剤の注入量が過剰であっても、余分な潤滑剤が潤滑剤溜まり22に貯蔵されるので問題ない。また、運搬時や取り扱い時にスピンドルモータが倒置されたとしても、潤滑剤溜まり22内の潤滑剤が外部に流出することはない。

【0074】また、潤滑剤溜まり22のすきまの大きさが、テーバ面24により下方の潤滑剤供給路25に向かって狭くなっているため、外部衝撃で飛散した潤滑剤も、外部に流出しない限りは潤滑剤溜まり22のすきまの狭い潤滑剤供給路25の方に自然に集められる。そして、潤滑剤溜まり22の上部(すきまの広い方)に集まった気泡は、通気路23を通して外部に排出される。

【0075】駆動モータMにより、被回転体である図示しない磁気ディスクを外周部に搭載するハブ14と軸13とを一体的に回転駆動させると、スラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの各動圧発生用溝のポンピング作用により、各流体軸受S、Rの流体軸受すきまに充填されている潤滑剤に動圧が発生して、軸13はスリーブ12及びカウンタプレート16と非接触となり支承される。なお、前記磁気ディスクはクランプ部材でねじ止めされているので、十分な耐衝撃性を確保するに足る強度で固着されている。

【0076】運転が長期に及んで、流体軸受すきまに保

持されている潤滑剤が次第に蒸発したり飛散したりして不足してくると、潤滑剤溜まり22内に表面張力に基づく毛管現象で保持されている潤滑剤が、その不足分に依りてテーバ面24に案内されつつすきまの狭い方に吸引され、各流体軸受すきま内に潤滑剤が満たされるまで補給される。すなわち、各流体軸受すきま内の潤滑剤の減少に伴い、潤滑剤供給路25を經由してすきまの狭い流体軸受すきまに毛管現象で吸引され、潤滑剤溜まり22のテーバ面24の表面張力が釣り合う位置で安定する。こうして、潤滑剤の減少分だけ自動的に潤滑剤が補給される。

【0077】このように本実施形態のスピンドルモータは、潤滑剤溜まり22の環状すきまがテーバ状であるから、潤滑剤は表面張力によりすきまの狭い方に吸引され、一方、組み立て時に巻き込んだ残留気泡は、すきまの広い方に分離され排出される。したがって、各流体軸受すきまには気泡のない潤滑剤が自動的に確実に補給されて、常時潤滑剤で満たされた状態となり、長期にわたり使用しても信頼性が高く耐久性に優れている。

【0078】また、潤滑剤の注入量に過不足があったとしても、潤滑剤が外部に飛散したり、長期間の使用において各流体軸受すきま内の潤滑剤が枯渇したりするおそれ小さい。なお、本実施形態は本発明の一例を示したものであって、本発明は本実施形態に限定されるものではない。

【0079】例えば、本発明の潤滑剤充填方法は、逃げ溝21を有する流体軸受装置のみに適用され得るものではなく、逃げ溝21を有していない流体軸受装置にも適用可能である。すなわち、スラスト流体軸受S、ラジアル流体軸受Rの流体軸受すきまや、スリーブ12の内周面上端の前記面取り部分に気泡が残留することも、同様に防止する効果を有する。

【0080】また、スピンドルモータは、スリーブ固定-軸回転タイプでもよいし、軸固定-スリーブ回転タイプでもよい。さらに、軸13に設けるスラストプレート15の位置は、軸端に限らず軸端近傍でもよいし、軸の中央部やその近傍であってもよい。さらにまた、流体軸受の構造、通気路23、潤滑剤溜まり22、潤滑剤供給路25の構造、動圧発生用溝のパターン、スピンドルモータの細部の構造等に関しては、本実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できるならば、必要に応じて適宜変更することが可能である。

【0081】例えば、潤滑剤溜まり22を構成するテーバ面24は、潤滑剤溜まり22が流体軸受すきまに向かって徐々にすきまが狭くなる形状となるならば、種々の曲面であってもよい。また、動圧発生用溝はヘリングボ

ーン状やスパイラル状に限定されるものではなく、動圧流体軸受として機能すれば、どのような溝パターンでもよい。また、該溝の加工方法は、材質や必要精度に応じて、化学エッチング、電解エッチング、塑性加工、切削加工、レーザ加工、イオンビーム加工、ショットブラスト等を適用することができる。

【0082】さらに、軸13、スリーブ12等のスピンドルモータを構成する部材の材質は、特に限定されるものではなく、スピンドルモータを構成する部材に通常使用される金属（ステンレス鋼、銅合金、アルミ合金等）、焼結金属、焼結含油金属、プラスチック、セラミック等の材料であれば問題なく使用できる。すなわち、ステンレス鋼同士や銅合金同士の組み合わせでもよく、鉄と銅合金、鉄とアルミ合金といった異種金属の組み合わせでもよく、さらに、金属とプラスチック等の組み合わせでもよい。もちろん、メッキやDLC膜（ダイヤモンドライクカーボンコーティング）のような表面処理を必要に応じて流体軸受面に施して、起動停止時の摺動性を向上させてもよい。

【0083】なお、スリーブ12及びスラストプレート15を硬さの異なる銅合金同士、例えばスリーブ12に硬さの高いベリリウム銅やアルミ青銅を、スラストプレート15に鉛青銅やリン青銅を用いた組み合わせとすると、摺動性と切削加工性とを満足させることができる。この場合、硬さの低い鉛青銅やリン青銅の流体軸受面に動圧発生用溝を設けた方が、相手部材を傷つけにくいので好ましい。

【0084】さらに、本実施形態においては、流体軸受装置としてスピンドルモータを例示して説明したが、本発明は他の種々の流体軸受装置に対して適用することができる。

【0085】

【発明の効果】以上のように、本発明の流体軸受装置への潤滑剤充填方法は、潤滑剤が流体軸受すきま内に充填される際に気泡が巻き込まれにくく、しかも作業性、量産性に優れている。

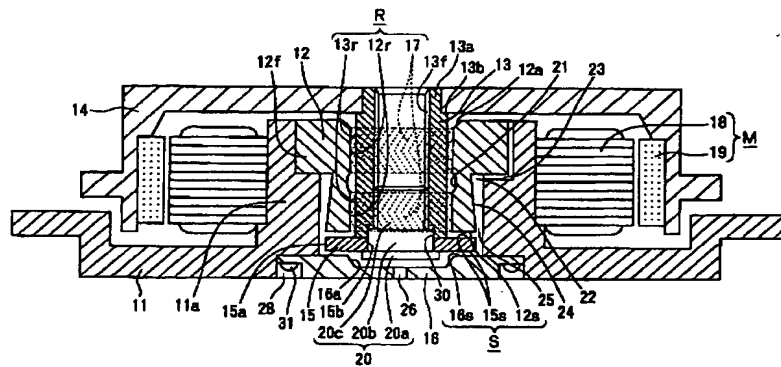
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る流体軸受装置への潤滑剤充填方法を説明するスピンドルモータの縦断面図である。

【符号の説明】

12 スリーブ  
13 軸  
15 スラストプレート  
16 カウンタープレート  
R ラジアル流体軸受  
S スラスト流体軸受

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 坂谷 郁紀  
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号  
日本精工株式会社内

Fターム(参考) 3J011 AA04 AA06 BA02 CA02 JA02  
KA04 MA21

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

Bibliography

---

- (19) [Publication country] Japan Patent Office (JP)
- (12) [Kind of official gazette] Open patent official report (A)
- (11) [Publication No.] JP,2002-174242,A (P2002-174242A)
- (43) [Date of Publication] June 21, Heisei 14 (2002. 6.21)
- (54) [Title of the Invention] The lubricant restoration approach to liquid bearing equipment
- (51) [The 7th edition of International Patent Classification]

F16C 33/10  
17/10  
F16N 31/00

[FI]

F16C 33/10	Z
17/10	A
F16N 31/00	B

[Request for Examination] Un-asking.

[The number of claims] 1

[Mode of Application] OL

[Number of Pages] 10

(21) [Application number] Application for patent 2000-375057 (P2000-375057)

(22) [Filing date] December 8, Heisei 12 (2000. 12.8)

(71) [Applicant]

[Identification Number] 000004204

[Name] NSK, Ltd.

[Address] 1-6-3, Osaki, Shinagawa-ku, Tokyo

(72) [Inventor(s)]

[Name] Kamimura Kazuhiro

[Address] 1-5-50, Kugenuma Shimmei, Fujisawa-shi, Kanagawa-ken Inside of  
NSK, Ltd.

(72) [Inventor(s)]

[Name] Tanaka Katsuhiko

[Address] 1-5-50, Kugenuma Shimmei, Fujisawa-shi, Kanagawa-ken Inside of  
NSK, Ltd.

(72) [Inventor(s)]

[Name] Sakatani \*\*\*\*

[Address] 1-5-50, Kugenuma Shimmei, Fujisawa-shi, Kanagawa-ken Inside of  
NSK, Ltd.

(74) [Attorney]

[Identification Number] 100066980

[Patent Attorney]

[Name] Woods Tetsuya (outside binary name)

[Theme code (reference)]

3J011

[F term (reference)]

3J011 AA04 AA06 BA02 CA02 JA02 KA04 MA21

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

Epitome

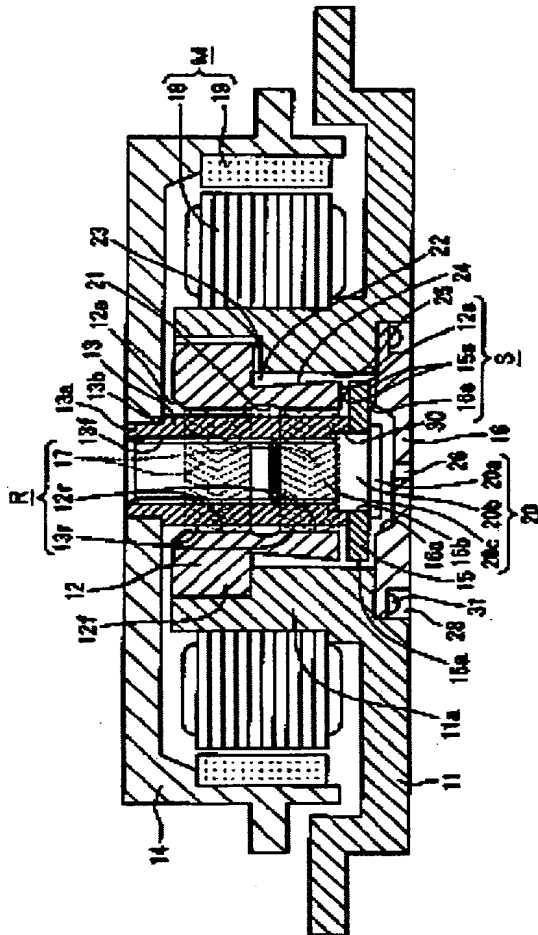
---

(57) [Abstract]

[Technical problem] Air bubbles cannot remain easily inside liquid bearing equipment, and the lubricant restoration approach to the liquid bearing equipment which was moreover excellent in workability and mass-production nature is offered.

[Means for Solution] First, lubricant is poured into the bottom of atmospheric air in a part of space of liquid bearing clearance and its near. And the liquid bearing equipment with which lubricant was poured in is held under a vacuum, and said whole liquid bearing clearance is made to fill up the bottom of a vacuum with said lubricant according to an operation of surface tension.

[Translation done.]



[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the lubricant restoration approach to the liquid-bearing equipment characterized by for some [ at least ] periods to hold said liquid-bearing equipment under a vacuum among periods until it pours lubricant into a part of space of said liquid-bearing clearance and its near under atmospheric air and said whole liquid-bearing clearance is filled up with said lubricant from immediately after impregnation in the approach filled up with lubricant to the liquid-bearing equipment characterized by to provide the following. Shaft Phase hand part material which counters this shaft through liquid bearing clearance

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the restoration approach of the lubricant to the liquid bearing equipment used for information machines and equipment, sound and a visual equipment, a business machine, etc., and the especially optimal liquid bearing equipment for a magnetic disk drive (it is described as HDD henceforth), an optical disk unit, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] As liquid bearing equipment used for the above applications, there is a spindle motor for HDD as shown in drawing 1 ; for example.



Inside body 11a set up at the base 11, interpolation of the cylinder object-like sleeve 12 is carried out, and these have fixed in one. The shaft 13 is inserted in this sleeve 12 free [ rotation ], the reverse cup-like hub 14 is attached in the upper limit of this shaft 13 in one, and the disc-like thrust plate 15 has fixed with the setscrew 20 in the lower limit of a shaft 13.

[0003] Let both the flat surfaces of this thrust plate 15 be the thrust abutments 15s and 15s of the thrust liquid bearing S. And the lower limit side of the sleeve 12 which is phase hand part material counters 15s of upper thrust abutments through the liquid bearing clearance between the thrust liquid bearings S, and the lower limit side of this sleeve 12 is made into 12s of thrust bearing sides of the thrust liquid bearing S.

[0004] Moreover, under the thrust plate 15, the counter plate 16 which is phase hand part material is arranged, and it is fixed to the base 11. The top face of this counter plate 16 counters 15s of thrust abutments of the thrust plate 15 bottom through the liquid bearing clearance between the thrust liquid bearings S, and is made into 16s of thrust bearing sides of the thrust liquid bearing S.

[0005] And at least the above-mentioned thrust abutments 15s and 15s and thrust bearing surfaces [ 12s and 16s ] one side is equipped with the slot for dynamic pressure generating of the shape of the shape of a herringbone, and a spiral (not shown), and the thrust liquid bearing S is constituted. On the other hand, spacing is set to the peripheral face of a shaft 13 up and down, and the radial abutments 13r and 13r of a pair are formed in it. Moreover, the radial abutments 13r and 13r are countered through the liquid bearing clearance between the radial liquid bearings R, and the radial bearing sides 12r and 12r are formed in the inner skin of a sleeve 12. And at least one side of the radial abutments 13r and 13r and the radial bearing sides 12r and 12r is equipped with the slots 17 and 17 for dynamic pressure generating of the shape of the shape of a herringbone, and a spiral, and the radial liquid bearings R and R are constituted.

[0006] Furthermore, in order to make torque of a spindle motor small, the relief groove 21 which becomes the inner skin (the peripheral face of a shaft 13 is sufficient, or the both sides of the inner skin of a sleeve 12 and the peripheral face of a shaft 13 are sufficient) of the sleeve 12 pinched by the radial liquid bearings R and R of two upper and lower sides from the circumferential groove of the shape of a taper to which clearance becomes narrow toward the bearing clearance between the radial liquid bearings R is formed.

[0007] And peripheral surface opposite is carried out through the Rota magnet 19 and gap which a stator 18 is fixed to the peripheral face of body 11a, and are being fixed to the inner skin bottom of a hub 14, drive-motor M is formed and the rotation drive of a shaft 13 and the hub 14 is carried out by this drive-motor M in one. If a shaft 13 rotates, dynamic pressure occurs to the lubricant of the minute amount with which the liquid bearing clearance between each liquid bearings S and R was filled up, a shaft 13 will serve as the inner skin of a sleeve 12 and the top face of a counter plate 16, and non-contact, and bearing will be carried out by pumping operation of

each slot for dynamic pressure generating of the thrust liquid bearing S and the radial liquid bearing R.

[0008] The restoration approach of the lubricant to such a spindle motor was as follows. That is, after assembling a spindle motor, the lubricant of optimum dose is poured into the interior of a spindle motor under atmospheric air from the through hole 26 prepared in the center of a counter plate 16. If it does so, it will be drawn by operation of surface tension in this liquid bearing clearance, the lubricant located in some space of the liquid bearing clearance between the thrust liquid bearings S and the lubricant located near the liquid bearing clearance between the thrust liquid bearings S will spread gradually, and the whole liquid bearing clearance between each liquid bearings S and R will be filled with lubricant.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In recent years, improvement in recording density is called for, and since the width of face of the truck for recording information is narrow, as for HDD, adoption of a liquid bearing with a high rotation precision is considered. Furthermore, in HDD carried in a pocket device like a notebook sized personal computer, while thin shape-ization is called for, the liquid bearing equipment which was excellent in portability ability with the low power is called for.

[0010] Then, it sets to the above spindle motors. In order to make high proof stress (it is described as moment proof stress henceforth) over a moment load and to stop power consumption so that bearing contacts and may not be damaged (in order to raise portability ability) even if equipment is rocked by conveyance etc. While forming the relief groove 21 with larger clearance than the liquid bearing clearance between the radial liquid bearings R between two radial liquid bearings R and R and enlarging a bearing span, it is made to make small fluid friction of the lubricant in a relief groove 21.

[0011] However, when it had such a relief groove 21 and lubricant was filled up with the above approaches into a spindle motor, there was a possibility that the following problems might arise. That is, since restoration of lubricant is performed under atmospheric air, in case each liquid bearing clearance is filled up with lubricant, air bubbles are easy to be involved in in a relief groove 21. When the air bubbles which rotation of a liquid bearing became unstable (NRRO which is the deflection of the rotation asynchronous component under rotation becomes large), for example, remained during rotation of a spindle motor when air bubbles remained in the relief groove 21 circle in the inside of the liquid bearing clearance between radial liquid bearings at the rate of the abbreviation one half (mean velocity) of a rotational frequency, the circumference of the deflection of the direction of a path will arise slightly.

[0012] In order to solve such a trouble, it is effective to fill up the above lubricant with the bottom of not atmospheric air but a vacuum. That is, degassing is performed to restoration and coincidence of lubricant. However, in order to fill up lubricant with the bottom of a vacuum, a complicated facility is required and causes a cost rise

of a spindle motor. Moreover, since workability is bad, it also has the trouble that mass-production nature is spoiled.

[0013] Then, the trouble which the above conventional techniques have is solved, air bubbles cannot remain easily inside liquid bearing equipment, and this invention makes it a technical problem to offer the lubricant restoration approach to the liquid bearing equipment which was moreover excellent in workability and mass-production nature.

[0014]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, this invention consists of the following configurations. Namely, the lubricant restoration approach to the liquid bearing equipment of this invention In the approach filled up with lubricant to liquid bearing equipment equipped with a shaft and the phase hand part material which counters this shaft through liquid bearing clearance Some [ at least ] periods are characterized by holding said liquid bearing equipment under a vacuum among periods until it pours lubricant into a part of space of said liquid bearing clearance and its near under atmospheric air and said whole liquid bearing clearance is filled up with said lubricant from immediately after impregnation.

[0015] With such a configuration, even if it pours in the lubricant to liquid bearing equipment under atmospheric air, air bubbles cannot remain easily inside liquid bearing equipments including said liquid bearing clearance. Therefore, the liquid bearing equipment filled up with lubricant by this approach has a small possibility that an unstable oscillation may arise during rotation. Moreover, since the lubricant restoration approach to the liquid bearing equipment concerning this invention pours in the lubricant to liquid bearing equipment not under a vacuum but under atmospheric air, it does not need a complicated facility for impregnation of lubricant, but is low cost. Moreover, workability and mass-production nature are also excellent.

[0016] Although the pressure holding said liquid bearing equipment should just be a pressure lower than atmospheric pressure, in order to prevent more certainly that air bubbles remain inside liquid bearing equipment, its 0.03 or less MPas are more desirable, and its 0.02 or less MPas are still more desirable. Moreover, although the periods which hold liquid bearing equipment under a vacuum should just be some [ at least ] periods among periods until said whole liquid bearing clearance is filled up with said lubricant from immediately after impregnation of said lubricant, in order to prevent more certainly that air bubbles remain inside liquid bearing equipment, it is more desirable [ periods ] that it is the whole period until said whole liquid bearing clearance is filled up with said lubricant from immediately after impregnation of said lubricant.

[0017]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of the lubricant restoration approach to the liquid bearing equipment concerning this invention is explained to a detail, referring to a drawing. Drawing 1 is drawing of longitudinal section of the

spindle motor for HDD. First, the structure of a spindle motor is explained. In addition, when it can set to the following explanation, especially the vocabulary that shows a lower direction means each direction in drawing 1 of explanation for convenience, as long as there is no notice.

[0018] This spindle motor consists of a shaft 13 which the hub 14 fixed, and a sleeve 12 attached in body 11a of the base 11. The shaft 13 is inserted in the sleeve 12 free [ rotation ], and the radial liquid bearing R is infixed between the shaft 13 and the sleeve 12. Moreover, the end of a shaft 13 is equipped with the thrust plate 15, and the thrust liquid bearing S is formed between both the flat surfaces of a thrust plate 15, and the sleeve 12 and counter plate 16 which counter this. In addition, a sleeve 12 and a counter plate 16 are equivalent to the requirements slack phase hand part material for a configuration of this invention.

[0019] Peripheral surface opposite is carried out through the Rota magnet 19 and gap which the stator 18 is being fixed to the peripheral face of body 11a of the base 11, and were fixed to the inner skin of a hub 14, and drive-motor M is formed. And if the rotation drive of a hub 14 and the shaft 13 is carried out in one by drive-motor M, bearing of the rotation of a shaft 13 will be made free by the thrust liquid bearing S and the radial liquid bearing R to a sleeve 12 and a counter plate 16.

[0020] Next, the structure of the above spindle motors is further explained to a detail. Inside body 11a currently set up by the center section of the base 11, interpolation of the cylinder object-like sleeve 12 with a flange is carried out, and it has fixed in one by said flange 12f. Between the peripheral face of a sleeve 12, and the inner skin of body 11a, lubricant \*\*\*\*\* 22 which is annular clearance is formed of this. The structure of this lubricant \*\*\*\*\* 22 is explained further in full detail behind.

[0021] The hollow-like shaft 13 is inserted in the sleeve 12 free [ rotation ], and 13f of female screws is formed in the inner skin of a shaft 13. In addition, a solid shaft is sufficient as a shaft 13. Moreover, although it is not limited especially if it is the ingredient which whose hardness was [ the quality of the material of a shaft 13 ] high, and was excellent in corrosion resistance, what surface treatment by the thing or plating, and the diamond-like carbon (DLC) film which it heat-treated [ film ] to the stainless steel and austenitic stainless steel of a martensite system, and made them harden a front face for example was performed [ what ], and stiffened the front face is raised.

[0022] Upper limit section 13a of this shaft 13 is a minor diameter from the other sections, and the shaft 13 and the hub 14 have fixed to one by pressing fit in the hole in which this minor diameter upper limit section 13a was prepared in the center section of the hub 14 of the shape of a shallow reverse cup. And since it is said major diameter which it is minor diameter upper limit section 13a and a major diameter, and also is formed in a boundary line with the section and also the inferior surface of tongue of a hub 14 is contacted by upper limit side 13b of the section, a shaft 13 and a hub 14 fix by the reinforcement which is sufficient for securing sufficient shock resistance.

[0023] Moreover, the disc-like thrust plate 15 is being fixed to the lower limit of the

shaft 13 projected from the lower limit of a sleeve 12. This thrust plate 15 has fixed by the reinforcement (omission load) which is sufficient for having fixed with the setscrew 20 screwed in 13f of female screws formed in the inner skin of a shaft 13, and securing shock resistance with sufficient shaft 13 and thrust plate 15.

[0024] At this time, the hollow-like shaft 13 has the joint 30 which is the concave section [ major diameter / bore / that ] in a lower limit side, and the setscrew 20 has cylinder-like cylinder section 20b between head 20a and point 20c which has a male screw, and these joints 30 and cylinder section 20b are hole 15b for inserting the setscrew 20 formed in the center section of the thrust plate 15 with the diameter of said mostly.

[0025] Since the thrust plate 15 is attached in the shaft 13 by carrying out fitting of the cylinder section 20b to hole 15b and the concave joint 30, the inner skin of a joint 30 acts as a slideway which shows a thrust plate 15 to the same axle to a shaft 13 through cylinder section 20b of a setscrew 20, and a thrust plate 15 is attached in a shaft 13 by coaxiality 50 micrometers or less.

[0026] Moreover, since the thrust plate 15 is attached in the lower limit side of a shaft 13 at the shaft 13 with the gestalt by which the top face of a thrust plate 15 was contacted, even if the thickness of a thrust plate 15 is thin, the run out of end face of a thrust plate 15 is small. In addition, as an approach of attaching a thrust plate 15 in a shaft 13, the fixing approach of common use, such as press fit besides a \*\*\*\* stop, adhesion, and welding, is employable. Or the member in which the shaft and the thrust plate were formed in one may be used.

[0027] However, if a thrust plate 15 is \*\*\*\*ed and it attaches by the stop, sufficient joint strength will be secured, and unlike the case where it attaches by press fit, ingredients, such as a copper alloy with low Young's modulus, can be used for a thrust plate 15. In addition, as a configuration of head 20a of a setscrew 20, it is not limited to the cheese head form of illustration, and a spherical-head form like a round-head machine screw, a countersunk-head form like a countersunk head screw, etc. may be changed suitably.

[0028] And the flat surface of the thrust plate 15 bottom has countered with the top face of the counter plate 16 attached in the center section of the base 11. Moreover, the flat surface of a thrust plate 15 top has countered with the lower limit side of a sleeve 12. In addition, the counter plate 16 may be formed in the base 11 and one. Crevice 16a which contains head 20a of a setscrew 20 is prepared in the center section (location just under a shaft 13) of the top face of a counter plate 16. Then, it is not necessary to attach a setscrew 20 with the gestalt absorbed in the thrust plate 15, and processing of a thrust plate 15 becomes easy.

[0029] In addition, when attaching the setscrew 20 which fixes a thrust plate 15 with the gestalt in which head 20a was absorbed, or pressing a thrust plate 15 fit in a shaft 13 and fixing, crevice 16a does not need to prepare. Let both the flat surfaces of the upper and lower sides of a thrust plate 15 be the thrust abutments 15s and 15s. And the lower limit side of the sleeve 12 which counters 15s of upper thrust abutments through the liquid bearing clearance between the thrust liquid bearings S, The top

face of the counter plate 16 which counters 15s of lower thrust abutments through the liquid bearing clearance between the thrust liquid bearings S. It considers as the thrust bearing sides 12s and 16s, respectively, and the thrust liquid bearing S is constituted for the slot for dynamic pressure generating of the shape for example, of a herringbone (not shown) at least in preparation for one side among the thrust abutments 15s and 15s which face, and the thrust bearing sides 12s and 16s.

[0030] It is desirable to use as few unsymmetrical slot patterns of the direction outwardness of a path shorter than the flute length by the side of inner circumference the slot for dynamic pressure generating of the shape of a herringbone especially prepared in 15s of thrust abutments and 16s of thrust bearing surfaces from the flute-length fang furrow crowning by the side of [ a slot crowning to ] a periphery. Then, since the pumping operation generated by rotation drive becomes smaller a slot crowning to a periphery side than an inner circumference side, lubricant comes to be sent out toward the periphery section from a core.

[0031] In addition, especially the processing approach of establishing this slot for dynamic pressure generating in both the flat surfaces (thrust abutments 15s and 15s) of a thrust plate 15 is not limited, and plastic working, cutting, etching processing, etc. are raised. Since coining processing which is plastic working is the approach of stamping said slot for dynamic pressure generating by pressing metal mold to a thrust plate 15 using a press etc., it is excellent in mass-production nature as compared with etching processing, and is low cost.

[0032] Since plastic working by coining processing is easy especially when a copper alloy with low hardness is used for a thrust plate 15, there is an advantage of excelling in mass-production nature. In addition, since reinforcement is required for a sleeve 12 or a counter plate 16, its one where hardness is higher is desirable. Here, the fixing approach to the base 11 of a counter plate 16 is explained. the hole which formed the counter plate 16 in the center section of the base 11 -- a clearance fit -- or light pressure close is carried out, and the stop of the periphery section of a counter plate 16 is \*\*\*\*ed and carried out to the lower part of body 11a of the base 11 by two or more setscrews 31.

[0033] This counter plate 16 has the level difference in the periphery section, and, as for the periphery section, thickness is thin from the other sections. That is, a counter plate 16 is the plate-like part material of the two-step structure where the outer-diameter dimension by the side of a top face is large and where the outer-diameter dimension by the side of an inferior surface of tongue is small, and the longitudinal-section configuration of a counter plate 16 has become rough convex character-like so that drawing 1 may show. Since the counter plate 16 has the above structures, when a counter plate 16 is attached in the base 11, a circular sulcus 28 is formed from the inner skin of said hole established in the center section of the base 11, and the peripheral face of a part with the small outer-diameter dimension by the side of the inferior surface of tongue of a counter plate 16. The setscrew 31 is attached in the part of this circular sulcus 28, and the head of a setscrew 31 is contained in the circular sulcus 28. In addition, although such a circular sulcus 28 may be formed

over the perimeter of a counter plate 16, it may be established in a part.

[0034] Thus, since the base 11 and a counter plate 16 were \*\*\*\*ed and it fixed by the stop 31, a load is not added to the base 11 and a counter plate 16 like fixing by caulking, and deformation does not arise in the base 11 and a counter plate 16.

Therefore, 16s of thrust bearing sides formed in the top face of a counter plate 16 deforms, and the problem that the flatness of 16s of thrust bearing sides falls does not arise.

[0035] Moreover, since a part of top face of a counter plate 16 is in contact with the base of said hole established in the center section of the base 11, a counter plate 16 is arranged with a horizontal and the stable posture in this hole. In addition, a pin may be used instead of a setscrew 31. Moreover, the base 11 and a counter plate 16 may be fixed by filling up a circular sulcus 28 with adhesives instead of using a setscrew 31. Or after fixing the base 11 and a counter plate 16 with a setscrew 31, a circular sulcus 28 may be filled up with adhesives and fixing may be strengthened. If a setscrew 31 and adhesives are used together, since the perimeter of a setscrew 31 will be covered by adhesives, it is prevented that a setscrew 31 loosens by vibration, an impact, etc. from the outside.

[0036] Moreover, if a circular sulcus 28 is filled up with adhesives, while adhesives will permeate the clearance for a joint between the base 11 and a counter plate 16 and fixing with the base 11 and a counter plate 16 will be strengthened, the closure of the part for said joint is carried out. If the clearance for said joint is sealed by adhesives, a possibility that the lubricant with which it filled up inside the spindle motor may flow out of a part for said joint during rotation of a spindle motor will become small. In addition, after being filled up with adhesives, it is desirable by heating at 70-100 degrees C, and stiffening adhesives completely to aim at reservation of fixing reinforcement.

[0037] Especially the class of adhesives may not be limited and may be the adhesives of an epoxy system, anaerobic adhesives, the adhesives of an ultraviolet curing mold, or the adhesives of the type which used the plurality of these together. Moreover, sufficient fixing reinforcement can be obtained, and as long as it can prevent that the lubricant with which closed a part for said joint and the interior of a spindle motor was filled up flows out, a sealing agent may be used instead of adhesives.

[0038] On the other hand, while setting spacing to shaft orientations and forming the radial abutments 13r and 13r of a pair in the peripheral face of a shaft 13 up and down, the radial bearing sides 12r and 12r which counter these radial abutments 13r and 13r through the liquid bearing clearance between the radial liquid bearings R are formed in the inner skin of a sleeve 12. And the radial bearing sides 12r and 12r are equipped with the slots 17 and 17 for dynamic pressure generating of the shape of a rough-elbowed herringbone, and the radial liquid bearings R and R are constituted.

[0039] However, the slots 17 and 17 for dynamic pressure generating may be established in the radial abutments 13r and 13r, and may be established in the both sides of the radial abutments 13r and 13r and the radial bearing sides 12r and 12r. In

addition, especially the processing approach of forming this slot 17 for dynamic pressure generating is not limited, and the approach of the same common use as the case of the slot for dynamic pressure generating established in both the flat surfaces of a thrust plate 15 is adopted.

[0040] If the slot 17 for dynamic pressure generating is processed into the inner skin of radial bearing side 12r12, i.e., a sleeve, since the slot 17 for dynamic pressure generating is processible with plastic working, such as ball rolling excellent in mass-production nature, or cutting by the cutting tool, it is desirable. Ball rolling is the approach of processing the rolling fixture which made two or more shots holding in the hollow-like outer case inserted in the periphery of a shaft by pushing into a sleeve.

[0041] That is, by stuffing a rolling fixture into a sleeve 12 and making it displaced relatively after carrying out cutting of the sleeve 12 on an engine lathe, carrying out forward inverse rotation of the main shaft of an engine lathe slowly, herringbone-like (rough-elbowed) recessing is performed to inner skin, and finish-machining finishing cutting which removes the climax part around a slot after that, ball through is performed if needed. Of course, it may push into the sleeve 12 fixed while carrying out forward inverse rotation of the rolling fixture to right and left using rolling equipment instead of an engine-lathe top, and forming of rolling of the herringbone-like slot may be carried out.

[0042] The direction inside an open air side serves as a slightly short inside sense unsymmetrical slot pattern (unsymmetrical herringbone-like slot for dynamic pressure generating), and a flute length's is [ the direction located in an open air side between two slots 17 and 17 for dynamic pressure generating / this ] desirable by the following reasons. That is, since the pressure which pushes in lubricant toward the inside with rotation of a shaft 13 from an open air side works (pump in), it is prevented that the lubricant in the liquid bearing clearance between the radial liquid bearings R disperses outside according to the centrifugal force accompanying rotation of a shaft 13.

[0043] This is further explained to a detail. The slot 17 for dynamic pressure generating consists of two or more rough-elbowed slots put in order at the predetermined spacing along with the circumferencial direction of a shaft 13. The pattern makes the slot 17 (it sets to drawing 1 and is the upper slot 17 for dynamic pressure generating) for dynamic pressure generating located in an open air side among the slots 17 and 17 for dynamic pressure generating established in two places a configuration unsymmetrical to shaft orientations. And the pattern of the slot 17 (it sets to drawing 1 and is the lower slot 17 for dynamic pressure generating) for dynamic pressure generating on another side is made into a configuration symmetrical with shaft orientations.

[0044] That is, let width of face from a flection to the edge by the side of the open air be size in the slot 17 for dynamic pressure generating located in an open air side among [ width of face / from a flection to an inside edge ] the width of face of the shaft orientations of a rough-elbowed slot. In addition, in an open air side, in this



operation gestalt, the side (it sets to drawing 1 and is the upper part) which is fit for the open air of a spindle motor, i.e., the thrust liquid bearing S is formed, means the opposite side in a shaft 13. Moreover, as for the inside, an open air side means the side in which the opposite side S, i.e., a thrust liquid bearing, is established.

[0045] Moreover, in order to lessen that air bubbles are involved in during rotation to the lubricant in the liquid bearing clearance between the thrust liquid bearing S and the radial liquid bearing R, as for the slot for dynamic pressure generating established in the thrust liquid bearing S and the radial liquid bearing R, it is desirable to make preferably into 25 degrees or less 30 degrees or less of slot include angles (include angle made to a hand of cut), and to make ten or more numbers of a slot or more into 12 preferably.

[0046] When the bearing width of face (width of face of the shaft orientations of the slot 17 for dynamic pressure generating) of the slot 17 for dynamic pressure generating of the shape of a herringbone especially prepared in the radial liquid bearing R is smaller than a shaft diameter, it is desirable to make a slot include angle into 25 degrees or less, and to make 12 or more numbers of a slot or more into 16 preferably. If air bubbles are involved in lubricant, it will become the cause of the unstable oscillation under rotation, and rotation precision will tend to deteriorate.

[0047] Moreover, the relief groove 21 which becomes the inner skin (the peripheral face of a shaft 13 is sufficient, or the both sides of the inner skin of a sleeve 12 and the peripheral face of a shaft 13 are sufficient) of the sleeve 12 pinched by the radial liquid bearings R and R of two upper and lower sides from the circumferential groove of the shape of a taper to which clearance becomes narrow toward the bearing clearance between the radial liquid bearings R is formed. Since the large bearing span which is the distance during point of application of the radial liquid bearings R and R can be taken even when a spindle motor is thin-shape-ized by this, this spindle motor is excellent in moment proof stress. Moreover, since clearance is larger than the bearing clearance between the radial liquid bearings R, as for a relief groove 21, fluid friction of lubricant becomes small. Therefore, bearing torque is small and this spindle motor is a low power.

[0048] In addition, shift a little the shaft-orientations location of the Rota magnet 19 which constitutes drive-motor M, and a stator 18, and it is made for the suction force of shaft orientations to act. The lower limit side side of a sleeve 12 mainly shares a load. Further the effective area of 15s of thrust abutments by the side of the inferior surface of tongue of a thrust plate 15 You may make it reduce the bearing torque by the side of an anti-load (designs a bearing effective diameter small) by designing smaller than the effective area of 15s of thrust abutments by the side of a top face. Then, power consumption of a spindle motor can be lessened.

[0049] Next, the structure of above-mentioned lubricant \*\*\*\*\* 22 is explained. Annular clearance intervenes between the peripheral face of a sleeve 12, and the inner skin of body 11a, and this annular clearance forms lubricant \*\*\*\*\* 22. The peripheral face of the sleeve 12 which forms the inside of lubricant \*\*\*\*\* 22 is made into the taper side 24, and, thereby, as for lubricant \*\*\*\*\* 22, clearance has

become gradually narrow toward the downward thrust liquid bearing S.

[0050] But the taper side 24 may not necessarily restrict forming in the peripheral face of a sleeve 12, may be formed in the inner skin of body 11a, or may be formed in the both sides of the peripheral face of a sleeve 12, and the inner skin of body 11a. Moreover, the lubricant supply way 25 which is carrying out opening toward the clearance between the shape of a circular ring formed between the inner skin of peripheral face 15a of a thrust plate 15 and body 11a which is the member which counters it is established in the lower limit of lubricant \*\*\*\*\* 22.

[0051] And opening of the lubricant supply way 25 which approaches the liquid bearing clearance between the thrust liquid bearings S, and is open for free passage is almost equal to the liquid bearing clearance between the thrust liquid bearings S, or is large slightly, and lubricant is tending to introduce [ come ] it into the liquid bearing clearance between the thrust liquid bearings S from the lubricant supply way 25 according to the capillarity based on surface tension.

[0052] In this operation gestalt, the whole lower part of lubricant \*\*\*\*\* 22 which consists of annular clearance forms the lubricant supply way 25 (). namely, the lubricant supply way 25 -- the shape of annular clearance -- it is -- the inside of the lower part of lubricant \*\*\*\*\* 22 -- one place -- the slit-like lubricant supply way 25 -- you may prepare (that is, other parts) The slit-like lubricant supply way 25 may be established in two or more places by which the peripheral face of a sleeve 12 and the inner skin of body 11a are touched and annoyed.

[0053] Moreover, a part of taper side 24 of lubricant \*\*\*\* 22 is made into the lubricant supply way 25 by making all the peripheral faces of a sleeve 12 into the taper side 24, and the clearance between the shape of a circular ring formed between the inner skin of peripheral face 15a of a thrust plate 15 and body 11a is made to open the taper side 24 for free passage directly in this operation gestalt. However, the upper part is made into the taper side 24 among the peripheral faces of a sleeve 12, and the lower part is good as a field parallel to the inner skin of body 11a also as structure where the annular clearance formed of this parallel side constitutes the lubricant supply way 25.

[0054] The open air and the aeration way 23 open for free passage are carrying out opening to such the upper part of lubricant \*\*\*\*\* 22. The aeration way 23 is horizontally crooked up from the upper part of lubricant \*\*\*\*\* 22 in the middle of elongation, and is carrying out opening to the upper limit side of a sleeve 12. That is, as the aeration way 23 forms the slit of shaft orientations in a fitting side with the sleeve 12 of body 11a, it is established in it. Of course, you may prepare so that opening may be perpendicularly carried out to elongation and the upper limit side of a sleeve 12 from the topmost part of lubricant \*\*\*\*\* 22.

[0055] Next, the structure of the upper limit (open air side) part of the inner skin of a sleeve 12 is explained to a detail. The part of the angle of the upper limit (open air side) of the inner skin of a sleeve 12 is beveled so that drawing 1 may show. By this, the part of upper limit (open air side) serves as the taper-like configuration where clearance becomes large gradually toward the upper part (open air side), most among

the clearance formed between the peripheral face of a shaft 13, and the inner skin of a sleeve 12. At this time, the include angle which this taper-like configuration makes, i.e., the include angle of inclined plane 12a of this beveling part and the peripheral face of a shaft 13 to make, is set to alpha.

[0056] And the include angle alpha which said taper-like configuration makes serves as size from the include angle (it is described as the tilt angle of the taper side 24 henceforth) of the peripheral face (namely, taper side 24) of a sleeve 12, and the inner skin of body 11a to make. With such a configuration, since surface tension acts to the narrower one of clearance strongly, lubricant will be strongly attracted rather than the clearance between the taper-like configurations of said beveling part in the direction of lubricant \*\*\*\*\* 22, and it can make low the oil level of lubricant located in said beveling part, and can be maintained under said beveling part.

[0057] furthermore, if the volume of lubricant \*\*\*\*\* 22 is made larger than the volume of the part (namely, inclined plane 12a of said beveling part, the part which counters inclined plane 12a among the peripheral faces of a shaft 13, and the part come out of and surrounded) which serves as a taper-like configuration of the part of upper limit most among the clearance formed between the peripheral face of a shaft 13, and the inner skin of a sleeve 12, excessive lubricant will be held at lubricant \*\*\*\*\* 22.

[0058] Even if excess and deficiency are in the injection rate of lubricant, a possibility that lubricant may disperse outside or the lubricant in liquid bearing clearance may be drained in prolonged use becomes small, and, therefore, the long-term dependability of a spindle motor is excellent. In order for the above effectiveness to be fully discovered, as for the include angle alpha at which 0 degrees or more and less than 45 degrees, and said taper-like configuration make the tilt angle of the taper side 24, considering as 45 degrees or more is desirable. If the tilt angle of the taper side 24 is especially made into 10 degrees or less, said effectiveness will more fully be discovered. Moreover, in order to carry out suction maintenance of the lubricant excessive to lubricant \*\*\*\*\* 22 with surface tension, it is desirable to make into 15-degree or more size the include angle alpha which said taper-like configuration makes more practically than the tilt angle of the taper side 24.

[0059] Moreover, if it is going to make large the bearing span which is the distance between two radial liquid bearings R and R in the decided unit elevation, it is necessary to make smaller the die length of the part made into the taper-like configuration of the clearance formed between the peripheral face of a shaft 13, and the inner skin of a sleeve 12, i.e., the width of face of the shaft orientations of inclined plane 12a of said beveling part.

[0060] It is desirable to, set preferably width of face of the shaft orientations of 45 degrees or more and inclined plane 12a to 0.5mm or less for the include angle alpha which a taper-like configuration makes 1mm or less on the other hand, since it is necessary to hold as many excessive lubricant as possible to lubricant \*\*\*\*\* 22. Furthermore, since it is necessary to secure enough the amount of the lubricant

which can be held to lubricant \*\*\*\*\* 22 in order to raise dependability over a long period of time, as for the width of face of the shaft orientations of the taper side 24, it is desirable to make it into twice [ more than ] the width of face of the shaft orientations of inclined plane 12a.

[0061] Moreover, among the clearance between the taper-like configurations of said beveling part, the size (width of face of the direction of a path) of the largest clearance between parts serves as size from the size (width of face of the direction of a path) of the clearance between the largest parts of lubricant \*\*\*\*\* 22, and the oil level of the lubricant located in said beveling part and the oil level of the lubricant currently held at lubricant \*\*\*\*\* 22 serve as a location where surface tension balances. It is prevented that can maintain from this the oil level of lubricant located in said beveling part under said beveling part, and lubricant disperses outside from said beveling part with rotation.

[0062] In addition, in this operation gestalt, although inclined plane 12a is prepared in the inner skin of a sleeve 12 (that is, said beveling part is prepared in the inner skin of a sleeve 12), you may prepare in the peripheral face of a shaft 13, or may prepare the both sides of the inner skin of a sleeve 12, and the peripheral face of a shaft 13. In preparing inclined plane 12a in the peripheral face of a shaft 13, it prepares in the part by the side of the open air most among the parts which counter the inner skin of a sleeve 12.

[0063] Moreover, if oil-repellent processing of applying an oil repellent agent (what has the property which crawls lubricant) to inclined plane 12a of said beveling part of a sleeve 12 and the part of which 12a opposite is done with an inclined plane among the peripheral faces of a shaft 13 is performed It can prevent more effectively that lubricant is crawled by the part which performed oil-repellent processing, and lubricant leaks out outside exceeding these parts (said beveling part etc.) at the time of quiescence of a spindle motor, and rotation.

[0064] Next, the restoration approach of the lubricant to the spindle motor concerned is explained. First, after assembling the whole spindle motor, lubricant is poured into the bottom of atmospheric air using a dispenser etc. from the through hole 26 which consists of a run through hole of the thickness direction established in the core of a counter plate 16. In addition, after pouring lubricant into a spindle motor, this through hole 26 may be sealed by pressing a ball, a cylinder member, etc. fit in a through hole 26 (not shown). Then, it is prevented that a foreign matter etc. invades in a spindle motor.

[0065] And in order to prevent the oil leak from the clearance between omission by the external impact of the ball pressed fit, or the ball press fit section, a sheet member, an adhesion seal member, etc. may be pasted up on the inferior surface of tongue of a counter plate 16 after press fit of a ball. However, since it is not necessary to necessarily seal the engine-performance top of a liquid bearing, this through hole 26 may be used for an air vent, after using it as a lubricant inlet.

[0066] Moreover, impregnation of the lubricant to a spindle motor may be performed from the hole (hole which penetrates a shaft 13 to shaft orientations) which the shaft

13 of the shape of the aeration way 23 or hollow has in the middle of the assembly of a spindle motor, and it is not necessary to form a through hole 26 in this case. However, to carry out from the hole which the hollow-like shaft 13 has, it is necessary to establish the hole which penetrates this setscrew 20 to shaft orientations also in a setscrew 20.

[0067] Next, it holds under a vacuum with means, such as moving the spindle motor which poured in lubricant in a vacuum tub, and degassing is performed. The lubricant located in some space of the liquid bearing clearance between the thrust liquid bearings S among the poured-in lubricant and the lubricant located near the liquid bearing clearance between the thrust liquid bearings S are drawn in the narrower one of clearance by operation of surface tension, and fills the inside of the liquid bearing clearance between the thrust liquid bearings S, then spreads in the liquid bearing clearance between the radial liquid bearings R, or a relief groove 21. [0068] In this operation gestalt, since the spindle motor is held under the vacuum, a period until each whole liquid bearing clearance is filled up with the poured-in lubricant does not almost have air bubbles being involved in in each liquid bearing clearance or a relief groove 21, and remaining, in case each liquid bearing clearance is filled up with lubricant. Therefore, an unstable oscillation cannot produce easily the spindle motor filled up with lubricant by such approach during rotation.

[0069] Since the time amount for several minutes to dozens of minutes is taken [ after lubricant is poured in ] to fill up each whole liquid bearing clearance in the usual case, if a spindle motor is held under a vacuum in the meantime, the same degassing effectiveness as the case where lubricant is poured in under a vacuum will be acquired. If it holds under a vacuum at this time, maintaining a spindle motor at an elevated temperature, since the rate at which the viscosity of lubricant falls to and lubricant spreads the inside of each liquid bearing clearance can be raised, a period after lubricant is poured in until each whole liquid bearing clearance is filled up can be shortened.

[0070] Moreover, since impregnation of the lubricant to a spindle motor is performed from the outside through a through hole 26, impregnation actuation of lubricant is very easy. Furthermore, since impregnation of lubricant is performed under atmospheric air, under a vacuum, a complicated facility like [ in the case of pouring in lubricant ] is not needed, but it is low cost. Since the process under a vacuum should just only hold a spindle motor under a vacuum, workability and mass-production nature are also excellent further again.

[0071] Although the pressure holding a spindle motor should just be a pressure lower than atmospheric pressure, in order to prevent the residual of air bubbles more certainly, its 0.03 or less MPas are more desirable, and its 0.02 or less MPas are still more desirable. Moreover, although the periods which hold a spindle motor under a vacuum should just be some [ at least ] periods among periods until each whole liquid bearing clearance is filled up with lubricant from immediately after impregnation of lubricant, in order to prevent the residual of air bubbles more certainly, it is more desirable [ periods ] that it is the whole period until each whole

liquid bearing clearance is filled up with lubricant from immediately after impregnation of lubricant like this operation gestalt.

[0072] In this operation gestalt, although lubricant was poured in after assembling the whole spindle motor, lubricant is poured in in the phase which assembled the part among spindle motors, and the approach of assembling and completing a spindle motor to the last after that may be adopted. For example, lubricant may be poured in in the phase which assembled only a part for fluid bearing (a shaft 13, a sleeve 12, a counter plate 16, part that consists of the base 11) among spindle motors, a hub 14 may be attached in the upper limit of a shaft 13 after that, and a spindle motor may be completed. In this case, after pouring in lubricant, it holds under a vacuum, and after completing a spindle motor after that and assembling and completing a spindle motor to the last, you may hold under a vacuum.

[0073] Moreover, it becomes [ removal of the air bubbles which remain ] more certain by the self-excretory function of the slot for dynamic pressure generating and is desirable when aging which carries out short-time (above for at least 1 minute) rotation at a predetermined engine speed the completion back of a spindle motor and before use is performed. Thus, while the poured-in lubricant fills each liquid bearing clearance between the thrust liquid bearing S and the radial liquid bearing R according to an operation of surface tension, excessive lubricant collects on lubricant \*\*\*\*\* 22 through the lubricant supply way 25, and is held according to the capillarity based on surface tension in the taper side 24. Therefore, even if the injection rate of lubricant is superfluous, since excessive lubricant is stored in lubricant \*\*\*\*\* 22, it is satisfactory. Moreover, even if a spindle motor inverts at the time of conveyance and handling, the lubricant in lubricant \*\*\*\*\* 22 does not flow out outside.

[0074] Moreover, since the magnitude of the clearance between lubricant \*\*\*\*\* 22 is narrow toward the downward lubricant supply way 25 according to the taper side 24, it flows out outside, and the lubricant which dispersed with the external impact is also automatically brought together in the direction of the narrow lubricant supply way 25 of the clearance between lubricant \*\*\*\*\* 22, as long as there is nothing. And the air bubbles gathering in the upper part (the larger one of clearance) of lubricant \*\*\*\*\* 22 are discharged outside through the aeration way 23.

[0075] If the rotation drive of the hub 14 and shaft 13 which carry the magnetic disk which is body of revolution-ed, and which is not illustrated in the periphery section is carried out in one by drive-motor M, dynamic pressure occurs to the lubricant with which the liquid bearing clearance between each liquid bearings S and R is filled up, a shaft 13 will serve as a sleeve 12 and a counter plate 16, and non-contact, and bearing will be carried out by pumping operation of each slot for dynamic pressure generating of the thrust liquid bearing S and the radial liquid bearing R. In addition, since the stop of said magnetic disk is \*\*\*\*\*ed and carried out by the clamp member, it has fixed by the reinforcement which is sufficient for securing sufficient shock resistance.

[0076] Operation attains to a long period of time, it is attracted in the narrower one

of clearance, the lubricant currently held by the capillarity based on surface tension in lubricant \*\*\*\*\* 22 if the lubricant currently held in liquid bearing clearance evaporates gradually, or disperses and runs short being guided in the taper side 24 according to the insufficiency, and it is supplied until lubricant is filled in each liquid bearing clearance. That is, with reduction of the lubricant in each liquid bearing clearance, it is drawn in by capillarity via the lubricant supply way 25 in the liquid bearing clearance where clearance is narrow, and is stabilized in the location where the surface tension of the taper side 24 of lubricant \*\*\*\*\* 22 balances. In this way, lubricant is automatically supplied only for the decrement of lubricant.

[0077] Thus, since the annular clearance between lubricant \*\*\*\*\* 22 of the spindle motor of this operation gestalt is a taper-like, lubricant is attracted with surface tension in the narrower one of clearance, on the other hand, it separates into the larger one of clearance and the residual air bubbles involved in at the time of an assembly are discharged. Therefore, lubricant without air bubbles is automatically supplied to each liquid bearing clearance certainly, and it will be in the condition of always having been filled with lubricant, and even if it uses it over a long period of time, dependability is highly excellent in endurance.

[0078] Moreover, even if excess and deficiency are in the injection rate of lubricant, a possibility that lubricant may disperse outside or the lubricant in each liquid bearing clearance may be drained in prolonged use is small. In addition, this operation gestalt shows an example of this invention, and this invention is not limited to this operation gestalt.

[0079] For example, the lubricant restoration approach of this invention may not be applied only to the liquid bearing equipment which has a relief groove 21, and can be applied also to the liquid bearing equipment which does not have the relief groove 21. That is, it also has the effectiveness prevented similarly that air bubbles remain into said beveling part of the upper limit of the liquid bearing clearance between the thrust liquid bearing S and the radial liquid bearing R and the inner skin of a sleeve 12.

[0080] Moreover, a sleeve fixed-shaft rotation type is sufficient as a spindle motor, and an axial fixed-sleeve rotation type is sufficient as it. Furthermore, not only an axis end but near the axis end, and they may be the center section of the shaft, and its near. [ the location of a thrust plate 15 established in a shaft 13 ] If it is not limited to this operation gestalt and the purpose of this invention can be attained further again about the structure of the structure of the structure of a liquid bearing, the aeration way 23, lubricant \*\*\*\*\* 22, and the lubricant supply way 25, the pattern of the slot for dynamic pressure generating, and the details of a spindle motor etc., changing suitably if needed is possible.

[0081] For example, its lubricant \*\*\*\*\* 22 may be various curved surfaces, if the taper side 24 which constitutes lubricant \*\*\*\*\* 22 serves as a configuration to which clearance becomes narrow gradually toward liquid bearing clearance. Moreover, as long as the slot for dynamic pressure generating is not limited the shape of a herringbone, or in the shape of a spiral and functions as a dynamic

pressure liquid bearing, what kind of slot pattern is sufficient as it. Moreover, the processing approach of this slot can apply chemical etching, electrolytic etching, plastic working, cutting, laser beam machining, ion beam machining, shot blasting, etc. according to the quality of the material or required accuracy.

[0082] Furthermore, especially the quality of the material of the member which constitutes the spindle motor of a shaft 13 and sleeve 12 grade is not limited, and if it is ingredients, such as metals (stainless steel, a copper alloy, aluminum containing alloy, etc.) usually used for the member which constitutes a spindle motor, a sintered metal, a sintering oil impregnation metal, plastics, and a ceramic, it can be used satisfactory. That is, the combination of stainless steel and copper alloys is sufficient, the combination of dissimilar metals, such as iron, a copper alloy and iron, and an aluminum containing alloy, is sufficient, and combination, such as a metal and plastics, is sufficient further. Of course, plating and surface treatment like the DLC film (diamond-like carbon coating) may be performed to the fluid bearing surface if needed, and the sliding nature at the time of deactivation may be raised.

[0083] In addition, if it is the combination which used high beryllium copper and the aluminum bronze of hardness for the copper alloys 12, for example, a sleeve, from which hardness differs a sleeve 12 and a thrust plate 15, and used lead bronze and phosphor bronze for the thrust plate 15, sliding nature and machinability can be satisfied. In this case, since the direction which established the slot for \*\*\*\* generating in the fluid bearing surface of lead bronze with low hardness or phosphor bronze cannot damage phase hand part material easily, it is desirable.

[0084] Furthermore, in this operation gestalt, although the spindle motor was illustrated and explained as liquid bearing equipment, this invention is applicable to other various liquid bearing equipments.

[0085]

[Effect of the Invention] As mentioned above, in case it fills up with lubricant in liquid bearing clearance, air bubbles are hard to be involved in, and moreover, the lubricant restoration approach to the liquid bearing equipment of this invention is excellent in workability and mass-production nature.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.



---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing of longitudinal section of the spindle motor explaining the lubricant restoration approach to the liquid bearing equipment concerning this invention.

[Description of Notations]

12 Sleeve

13 Shaft

15 Thrust Plate

16 Counter Plate

R Radial liquid bearing

S Thrust liquid bearing

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

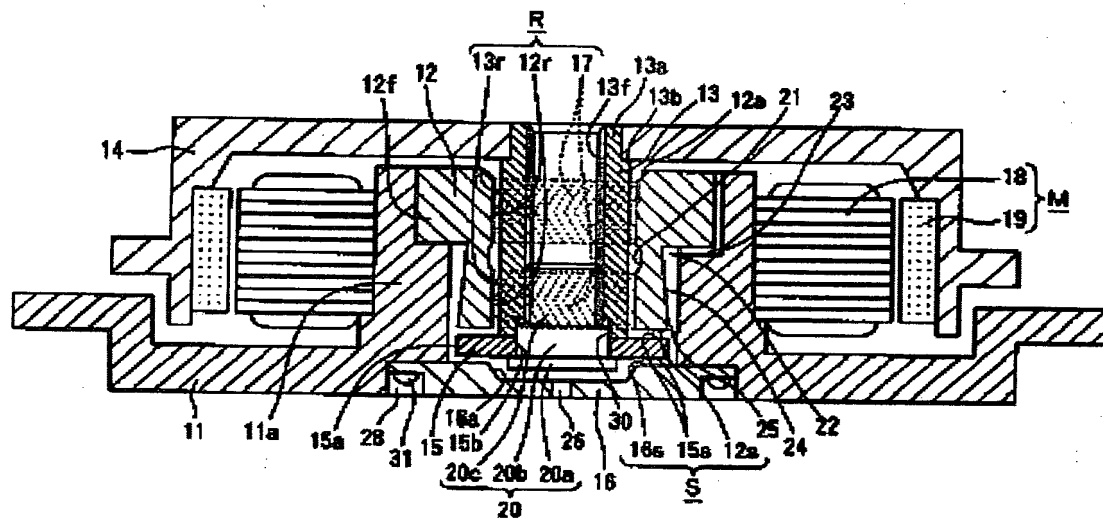
3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DRAWINGS

---

[Drawing 1]



[Translation done.]